

ОБРАЗОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ ВБЛИЗИ ПОВЕРХНОСТИ В ПРОЦЕССЕ НАГРЕВА И ГОРЯЧЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТАЛИ 20КТ

Мусихин С.А., Беликов С.В., Соляник И.А.

Руководитель – профессор, д.т.н. Попов А.А.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

e-mail: musikhin-sergey@mail.ru

Из литературных источников [1-3] известно, что в процессе высокотемпературного нагрева стальных изделий, в области, прилегающей к поверхностному дефекту, формируются скопления оксидных неметаллических включений. Подобные скопления называют зоной внутреннего окисления. Целью данной работы являлось изучение влияния пластической деформации на процесс образования неметаллических включений вблизи искусственного дефекта, а также на их морфологию и химический состав. В качестве материала исследования была выбрана сталь 20кТ. Искусственный дефект представлял собой сквозное отверстие диаметром 4 мм, высверленное по оси клиновидных образцов и заполненное окалиной. Схема обработки образцов представлена на рисунке 1. Исследование проводилось методом растровой электронной микроскопии с применением микрорентгеноспектрального анализа.

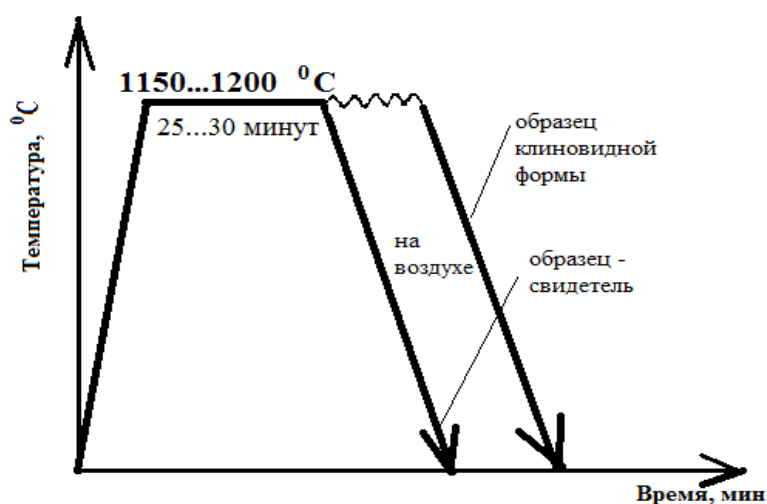


Рисунок 1. Схема обработки образцов.

Было установлено, что при увеличении степени деформации от 0 до 48 % происходит уменьшение ширины зоны распространения окислов в области сжимающих напряжений со 100...80 до 37...22 мкм. При этом зона внутреннего окисления имеет равномерную ширину на протяжении

всей области действия сжимающих напряжений. В области растягивающих напряжений имеются преимущественные направления распространения зоны окислов, поэтому увеличения ширины происходит не равномерно. Это может быть связано с течением металла при прокатке по направлению растягивающих напряжений, а также с неравномерной деформацией и как следствие ускорением диффузии. Максимальная ширина зоны окислов в области растягивающих напряжений достигает 280...320 мкм.

Был проанализирован химический состав неметаллических включений, образующихся при деформации с различными степенями вблизи искусственного дефекта. Установлено, что могут образовываться два типа включений: однофазные и двухфазные. Выявлено, что однофазные включения чаще всего обогащены Si, Mn, по отношению к матрице основного металла. При этом среднее содержание Si 19,74 %, Mn 5,16 %. Двухфазные включения состоят из серой сердцевинки и темной оболочки. Было установлено в темной оболочке содержание Si изменяется в интервале 9,0...14,5 %, Mn 0,8...1,72 %, и O 20,5...27,5 %, так же в некоторых включениях в темной фазе присутствует Al 0,34...0,66 %. Серая сердцевинка состоит из Fe и O, при этом в некоторых включениях она обогащена Mn, содержание которого изменяется в интервале 0,65...1,2 %.

Процесс образования двухфазных включений вдоль поверхности дефекта протекает следующим образом: вначале, при диффузии кислорода в сталь образуются закисные включения типа (Fe, Mn) O, на поверхности которых в дальнейшем выделяется оксидная фаза, богатая кремнеземом в результате образуется двухфазные включения с серой сердцевинкой (Fe, Mn) O и темной оболочкой обогащенной Si.

При металлографическом исследовании установлено, что с удалением от поверхности дефекта размер включений уменьшается от 10...15 мкм до 0,5...1 мкм. При этом включения зачастую имеют равноосную форму, но также могут быть вытянуты вдоль направления действия растягивающих напряжений.

Список использованных источников

5. Малиночка Я.Н. Природа поверхностных трещин на слябах, блюмах и заготовках / Я.Н. Малиночка, Т.И.Макагонова //Сталь. №12. 1981. С. 62...66.
6. Рубенчик А.Е. К вопросу о природе трещин и рванин на металле первого передела / А.Е. Рубенчик, М.И. Сорокин // Сталь. №2. 1982. С. 72...75
7. Клыпин Б.А. Заключительная статья по дискуссии «Природа поверхностных дефектов» / Б.А. Клыпин, М.И. Виноград, Л.Г. Аполовникова // Сталь. №12. 1984. С. 43...47